



Analog to Digital Converter (ADC)



- ❖ ADC adalah interface yang digunakan untuk mengambil data dari sensor dan memasukkannya ke dalam komputer atau mikrokontroler. Karena besaran keluaran dari sensor adalah analog maka ADC ini juga berfungsi sebagai pengubah (converter) menjadi besaran digital yang sesuai dengan input komputer maupun mikrokontroler
- ❖ Proses pengambilan data dan konversi ini disebut dengan Data Acquisition

64



Beberapa istilah dalam ADC



- ❖ Triggering (Pemicu) :
Proses pengiriman sinyal mulai awal pengambilan data
- ❖ Sampling (Pencacahan) :
Proses pengambilan data yang merupakan kelanjutan dari proses triggering
- ❖ Frekuensi Sampling :
Jumlah data yang dikumpulkan dalam suatu perioda waktu
- ❖ Perioda sampling : Waktu antara dua proses sampling merupakan kebalikan dari frekuensi Sampling

65

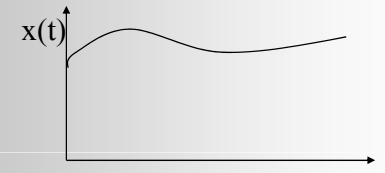


- ❖ Konversi :
Proses perubahan dari data sampling menjadi data digital yang terdiri dari proses hold dan kuantisasi
- Hold :
Data hasil sampling yang berupa data diskrit ditahan atau diubah menjadi sinyal pulsa yang besar sama dengan amplituda data diskrit.
- Kuantisasi :
Proses pembulatan nilai yang di-hold menjadi nilai digital yang sesuai dengan LSB dari bit ADC
- ❖ LSB (*Least Significant Bit*) :
Nilai Bit terkecil dari suatu pengkonversian yang besarnya dihitung dari bit ADC

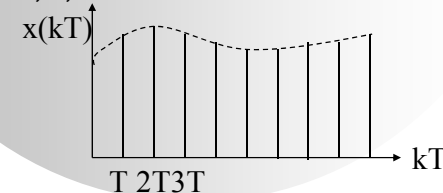
66



- ❖ Misal terdapat sinyal analog:



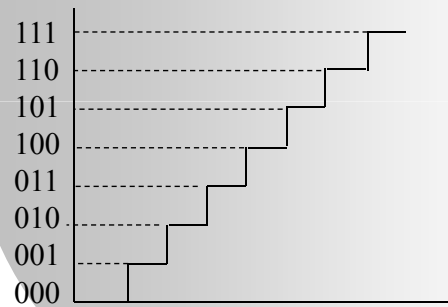
- ❖ Sinyal Hasil Sampling, ditulis $x(kT)$ atau $x(k)$ saja dengan T adalah perioda sampling dan $k=1,2,\dots,K$



67

Proses Kuantisasi

- ❖ Kuantisasi untuk ADC 3 bit dari sinyal sampling yang telah di-hold dengan range 0 – 10 Volt

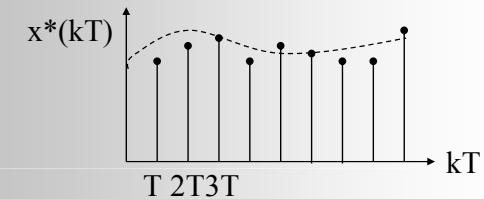


Sinyal sampling 10 V akan terkuantisasi menjadi 111 (bilangan biner) atau 7 (bilangan desimal)
 Sinyal sampling 6 akan terkuantisasi menjadi 100 (4) dengan rumus :
 $x^*(k) = \text{round}(x(k)(7-0)/(10-0))$

- ❖ Kesalahan Kuantisasi sebesar $\frac{1}{2}$ LSB atau sebesar 1,25 V pada kasus di atas

68

❖ Sinyal hasil kuantisasi



Misal suatu pengukuran temperatur



Jika $x^*(k) = 15$ berarti temperaturnya adalah
 $13 \frac{100 - 0}{2^4 - 1 - 0} = 13 \frac{100}{15 - 0} = 86,67$

69

Pseudoprogram akuisisi data ADC 4 bit

```
Address base:=$200;
Port_in:=Adressbase+3;
Jumlah_data:=256;
For i:=1 to Jumlah_data do
  Begin
    Time:=timenow;
    While xk[i]<16 do
      xk[i]:=port[Port_in];
    endwhile
    While timenow<Time+Tsampling do nothing
  endwhile
end begin
endfor
```

70

Beberapa Teknik Pengukuran

- ❖ Pooling
- ❖ Interupsi EOC (ADIF)
- ❖ Free Running
- ❖ Auto Scanning
 - Multi Channel
- ❖ Time Sampling



Pooling



- ❖ Tidak bergantung dengan sampling tertentu



Interupsi EOC (ADIF)



- ❖ Jika tidak ingin kehilangan waktu sedikitpun untuk menunggu sampai ADC selesai melakukan konversi
- ❖ Tidak ada gunanya dalam sistem, single task



Free Running



- ❖ Jika tidak ingin direpotkan dengan aktifitas SOC dan EOC
- ❖ Biasanya berpasangan dengan interupsi
- ❖ SOC awal dilakukan secara manual
 - $ADSC \leftarrow 1$
- ❖ SOC berikutnya otomatis dilakukan saat EOC (ADIF)
 - Raising edge dari sinyal ADIF (EOC) akan men-trigger SOC kembali



Auto Scanning



- ❖ Jika tidak ingin diributkan dengan membaca satu-per-satu tegangan tiap channel
 - Data akan tersimpan pada variable array
- ❖ Multi Channel
 - ADC menggunakan Multiplexer Analog untuk memilih input tegangan yang akan dibaca
 - Dalam keadaan tertentu, proses untuk mengubah dari satu channel ke channel lainnya bisa gagal
 - Artinya saat membaca suatu channel, ternyata yang terbaca adalah channel sebelumnya
 - Sebaiknya setiap channel dibaca dua kali



Time Sampling



- ❖ Jika dikehendaki pembacaan ADC dilakukan secara terus-menerus dan periodik dengan interval waktu yang selalu sama)
- ❖ Misalkan
 - Real-time Digital Control System
 - Real-time Digital Sinyal Processing
- ❖ Akurasi interval bervariasi tergantung aplikasi yang ingin dibangun



Digital to Analog Converter (DAC)



- ❖ Pada prinsipnya DAC adalah sama dengan ADC. DAC digunakan untuk mengkonversi besaran digital menjadi besaran analog. Biasanya digunakan untuk mengirimkan data dari komputer ke perangkat analog seperti : pompa listrik, kipas, motor listrik
- ❖ DAC bisa berupa Card komputer yang dipasang di dalam komputer atau bisa juga berupa DAC logger yang ditaruh di luar komputer

77



Pengontrol



- ❖ Pengontrol atau Controller dapat dibedakan menjadi :
 - Pengontrol Analog
 - Pengontrol Digital
- ❖ Secara sederhana, pengontrol Analog bekerja berdasarkan sinyal analog sedangkan pengontrol digital bekerja berdasarkan sinyal digital
- ❖ Yang termasuk pengontrol Analog :
 - Pengontrol ON/OFF seperti thermostat, solenoida
 - Pengontrol Proporsional (Penguat)
 - Pengontrol Integrator
 - Pengontrol Differentiator

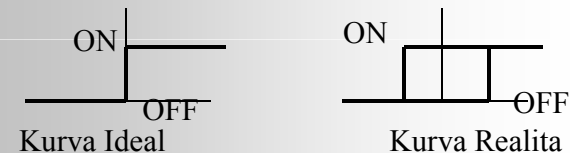
78



Pengontrol Analog



- ❖ Pengontrol ON/OFF bekerja seperti saklar ON/OFF hanya mempunyai dua keadaan yaitu ON (nyala) atau OFF (mati) dengan bentuk kurva pengontrolan sebagai berikut :



- ❖ Karena jika terlalu sering nyala-mati alat akan rusak maka biasanya proses pengontrolan mempergunakan model kurva realita dengan nyala-mati berupa kurva hysteresis

79



- ❖ Pengontrol Proporsional digunakan sebagai penguat sinyal dituliskan :
 $y(t) = K_p x(t)$; dengan K_p = konstanta proporsional

- ❖ Pengontrol Integrator bekerja berdasarkan prinsip integral, pengontrol ini digunakan untuk membuat sistem secara keseluruhan menjadi stabil (nilai output berada pada suatu batas tertentu). Output dari pengontrol dituliskan :

$$y(t) = \frac{1}{T_i} \int x(t) dt$$

dengan T_i adalah konstanta integrator

80



- ❖ Pengontrol Differensiator bekerja dengan prinsip differensial, pengontrol ini digunakan untuk mempercepat sistem mencapai nilai setpoint yang diinginkan. Output dari pengontrol ini dapat dituliskan :

$$y(t) = K_d \frac{dx(t)}{dt}$$

- ❖ Biasanya Pengontrol Proporsional, Integrator dan Differensiator dipararelkan menjadi satu yang disebut Pengontrol PID. Pengontrol PID ini mengatur sistem kontrol agar sesuai dengan kriteria pengontrolan seperti kestabilan dan waktu settling time (waktu mencapai kestabilan)

81



Pengontrol Digital

- ❖ Pengontrol Digital berupa suatu listing pemrograman yang disimpan didalam memory kerja suatu komputer ataupun mikrokontroller
- ❖ Pengontrolan dengan komputer sudah dibahas pada kuliah sebelumnya, sedangkan pengontrolan dengan mikrokontroller akan dibahas pada kuliah ini

82



Mikrokontroler AT89C51

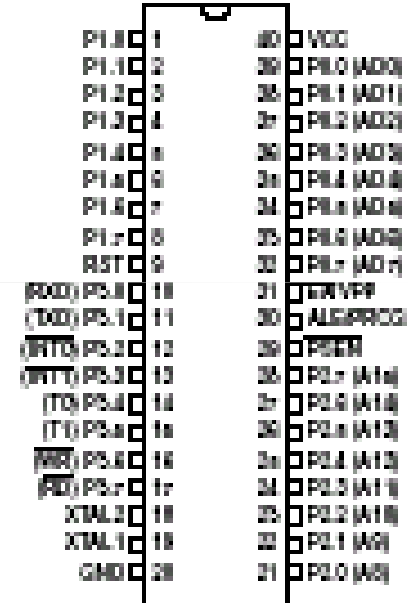
- ❖ Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Jika pada mikroprosesor terdiri dari CPU tanpa memori dan I/O pendukung pada Mikrokontroler terdiri dari CPU, memori dan perangkat I/O yang terintegrasi
- ❖ Beberapa mikrokontroler yang digunakan : Zilog, AT89C51, PIC. AT89C51 merupakan Mikrokontroler ATMEL yang relatif murah berupa mikrokontroler CMOS 8 bit dengan 4kb Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM)

83



- ❖ AT89C51 mempunyai memori yang terdiri dari RAM internal dan Special Function Register. RAM internal berukuran 128 byte dan beralamatkan 00H-7FH serta dapat diakses menggunakan RAM address register.
- ❖ RAM internal terdiri dari delapan buah register (R0-R7) yang membentuk register banks. Special Function Register berjumlah 21 buah berada di alamat 80H-FFH.
- ❖ IC AT89C51 mempunyai 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut :

84



85